

Summary

This thesis demonstrates that full waveform inversion (FWI) is a powerful method for building high-resolution seismic velocity models for land profiles of varying scales, from a near-surface case study to regional profiles. It briefly summarizes the history of FWI, which began in the 1980ies, but could not have flourished until the recent decade, when appropriate computational resources became available. FWI is a local optimization method, so we provide here a short background on the inversion methods in order to further elaborate on the essential mathematical derivations. However, the theoretical part is only an introduction necessary for understanding the land data case studies.

Three surveys are presented here. The first is a part of multidisciplinary project aiming at recognizing the mechanisms behind quick-clay landslides in Sweden. The two following are regional scale profiles, POLCRUST-01 and PolandSPAN PL1-5300. POLCRUST-01 is a 250 km seismic line located in south-east Poland, intersecting the Teisseyre-Tornquist zone and imaging a multitude of geological formations up to Carpathian Mountains. Line PL1-5300, located in central Poland, is a 100 km part of 2200 km long network of seismic profiles that were acquired for recognizing the potential for unconventional hydrocarbon exploration in Poland.

The data sets differ not only in terms of scale, but also the methods of generating seismic signal (explosives, sledgehammer, Vibroseis) and recording equipment – hence there are differences in frequency content. Each of the data sets is accompanied by additional information, in form of well logs, borehole data, independently processed reflection data, or recordings from geophones of different characteristics planted along the profile line.

For each of those data sets an innovative preprocessing workflow and an inversion strategy are designed. There is also a chapter devoted to building initial velocity models for FWI, where a classic approach using first-arrival travel time tomography is compared to a new method of conditioning velocities from pre-stack depth migration using heuristic anisotropy models.

The thesis is summarized in a chapter that aims to answer the question stated in the title comparing the acquisition parameters in all three case studies and discussing the consequences of the acquisition design for data preprocessing and the design of inversion strategy for FWI.

17.05.2018


Summary in Polish (Streszczenie)

Poniższa dysertacja pokazuje, że inwersja pełnego pola falowego (FWI – ang. full waveform inversion) jest skuteczną metodą tworzenia wysokorozdzielczych modeli sejsmicznej prędkości dla lądowych profili w różnych skalach, począwszy od geoinżynierskiej aż do profili regionalnych. Praca rozpoczyna się od krótkiego podsumowania historii FWI, która rozpoczęła się w latach 80tych ubiegłego wieku, ale w pełni rozwinęła się dopiero w ostatniej dekadzie, dzięki dostępowi do odpowiednich zasobów obliczeniowych. Następnie krótko omówione są metody inwersyjne jako tło dla FWI, która jest lokalną metodą optymalizacyjną i przedstawione są podstawowe matematyczne wyprowadzenia. Część teoretyczna jest jednakże tylko wprowadzeniem, koniecznym dla zrozumienia przedstawionych dalej zastosowań FWI do lądowych danych sejsmicznych.

W pracy przedstawione zostały trzy przykłady zastosowań FWI. Pierwszy jest częścią multidyscyplinarnego projektu, który miał na celu rozpoznanie mechanizmów powstawania osuwisk ziemi, związanymi z upłynnieniem się gruntu (osuwiska typu *quick-clay*). Dwa kolejne to profile w regionalnej skali. Profil POLCRUST-01 o długości 250 km, zlokalizowany w południowo-wschodniej Polsce, biegnie od Basenu Lubelskiego, przez strefę Teisseyre'a-Tornquista, po Karpaty. Linia PL1-5300, zlokalizowana w środkowej Polsce, o długości 100 km, pochodzi z projektu PolandSPAN i jest częścią sieci profili sejsmicznych o całkowitej długości 2200 km, zarejestrowanych dla rozpoznania potencjału niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce.

Przetwarzane linie sejsmiczne różnią się od siebie nie tylko skalą, ale także metodami wzbudzania sygnału (dynamit, młot, Vibroseis) oraz rejestracją, stąd duże różnice w częstotliwościach zebranych danych. Każdemu ze zbiorów danych towarzyszą dodatkowe informacje: karotaże z otworów wiertniczych, niezależnie przetworzone dane refleksyjne albo rejestracje z geofonów o innych charakterystykach, rozstawionych równoległe do głównej linii.

Dla każdego z analizowanych przykładów zaprezentowany został specjalnie dobrany zestaw metod przetwarzania danych oraz strategia inwersji. Osobny rozdział poświęcono tworzeniu początkowych modeli prędkości, gdzie tradycyjna tomografia czasów pierwszych wstąpień jest

porównana z nową metodą kalibrowania modelu prędkości z migracji głębokościowej przed składaniem przy pomocy heurystycznych modeli anizotropii.

Podsumowaniem rozprawy jest rozdział, który odpowiada na pytanie zawarte w tytule pracy poprzez porównanie parametrów akwizycji we wszystkich trzech projektach i omówienie konsekwencji tego, jak przekładają się one na dalsze obrazowanie z wykorzystaniem metody FWI.

17.05.2018
